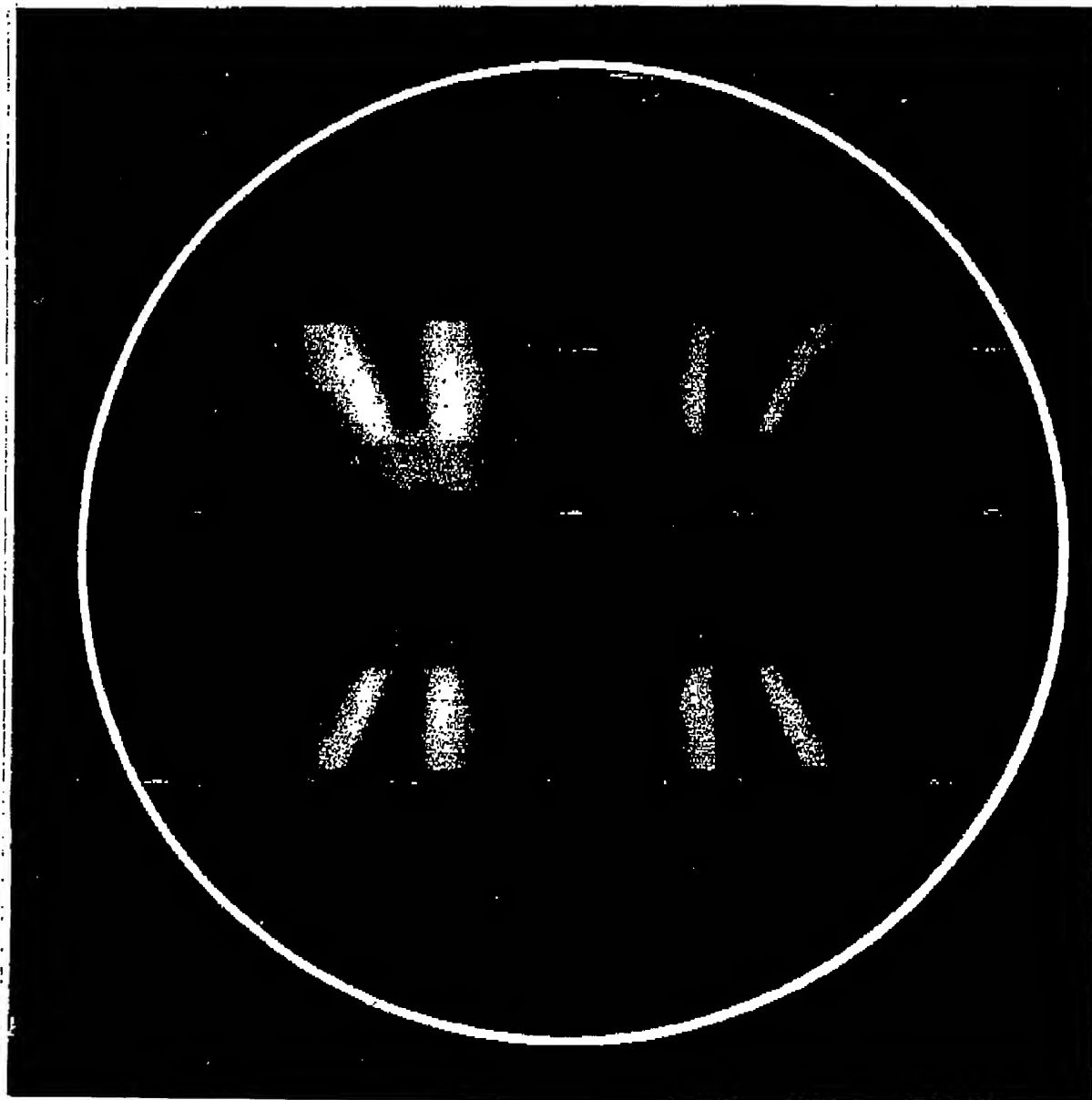
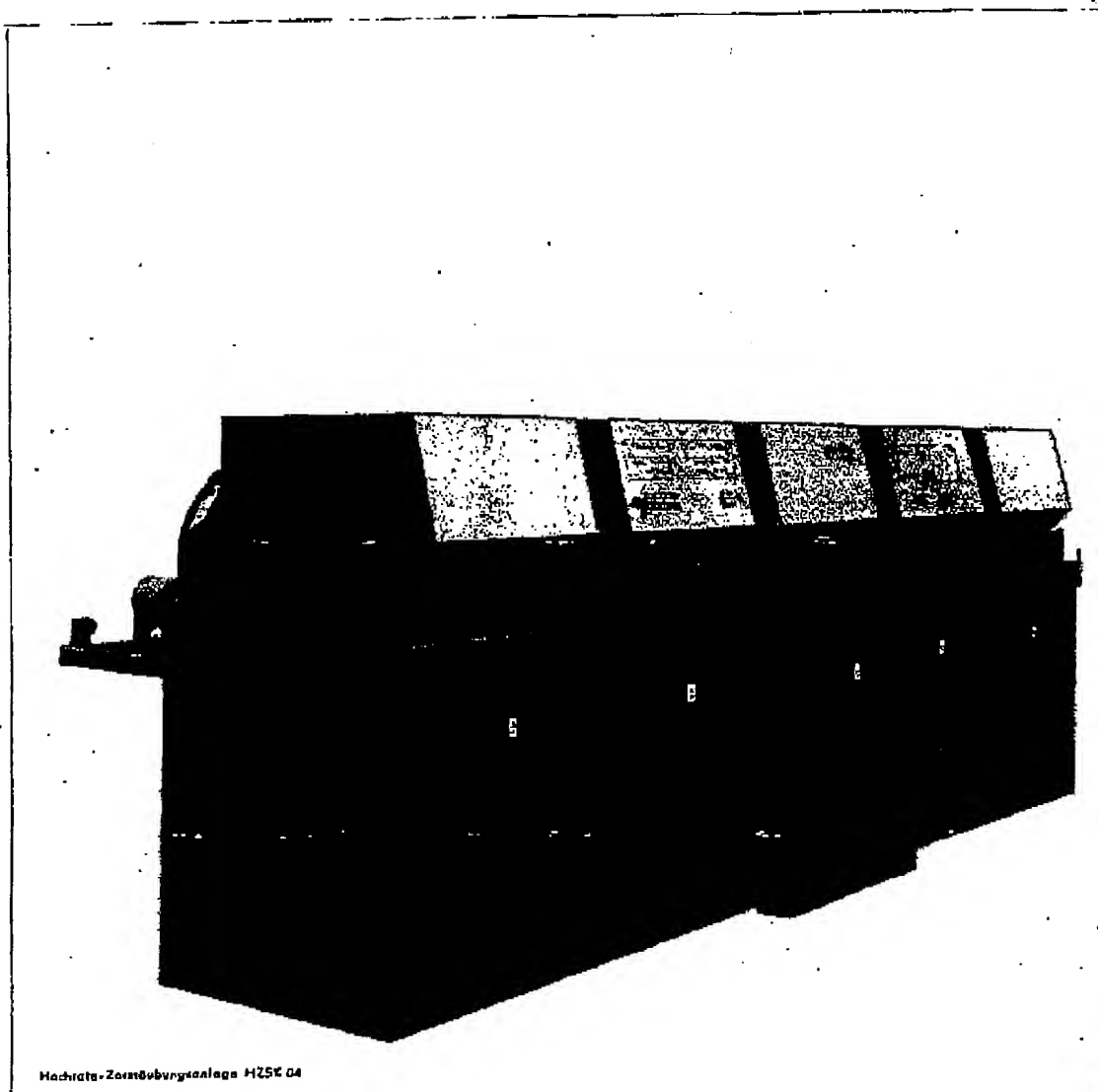


mikroelektronik

**Hochrate-Zerstäubungs-
System
zur Zweiseitenbeschichtung
HZS-04**





Hochratezerstäuben

Das Hochratezerstäuben (Sputtern) auf der Basis von Plasmatron-Sputterquellen hat sich innerhalb weniger Jahre zum dominierenden Vakuumbeschichtungsverfahren in der Mikroelektronik, Hybridmikroelektronik und Elektronik entwickelt. In diesen Industriezweigen kommt dem Prozeßschritt Beschichten besondere Bedeutung zu, da Eigenschaften und Qualität der aufgestäubten Schichten in hohem Maß die Funktion und Ausbeute mikroelektronischer und elektronischer Bauelemente bestimmen. Die wachsenden Anforderungen an mikroelektronische und elektronische Bauelemente hinsichtlich solcher Parameter wie Strukturbreite, Kantenbedeckung, geringer Konzentration beweglicher Ladungsträger, Materialauswahl, Stöchiometrie, Strombelastbarkeit und Kontakteigenschaften stimulieren

den Einsatz des Hochratezerstäubers insbesondere in der Mikroelektronik und Elektronik.

Darüber hinaus reichen die Anwendungen des Hochratezerstäubers von der Herstellung reflexionsmindernder, wärmestrahlenreflektierender und Spiegelschichten in der optischen und Glasindustrie, der Herstellung verschleißmindernder Schichten in der Werkzeugindustrie, der Herstellung dekorativer Schichten auf Folien, Plast- und Metallteilen bis zur Herstellung von Funktionsschichten für Display-Elemente einschließlich moderner Matrix-Displays, Speichern für die Rechentechnik, Audio- und Videospeicherplatten, Solarzellen und Solarabsorbern. Eine Übersicht über Anwendungen des Hochratezerstäubens ist in Tab. 1 gegeben.

INDUSTRIEZWEIG	SCHICHTFUNKTION	SCHICHTMATERIAL	ERZEUGNISBEISPIELE
ELEKTRONIK	Haftschicht Widerstand Leiter und Kontakte Schutzschicht Reflexion magnetischer Speicher dispers. verfestigte Schicht	NiCr, Cr CrNi, Ta ₂ N, TaAl, Pt, CrSiAl Cu, FeNi, CuNi, Al SiO ₂ , Ta ₂ O ₅ , Al ₂ O ₃ Al, C Co, Cr, CoCr CuTiFe	Kondensator, Chipwiderstand Kaltleiter, Varistor, Resonator Dünnschichtthermometer Streifenleiter Audio- und Videoplatzen Speicherplatten, -bänder Thermodruckknopf
MIKROELEKTRONIK	Leiter und Kontakte Schaltky-Kontakte Simultankontakte Rückseitenmetallisierung transparente Kontakte Widerstände	Al, AlSi, AlSiCu Pt, Mo, WTi CrNi, Cu Al-Ni-Au, Al-Ni InSOx CrSi, CrSiW, Cr	unipolare und bipolare IC Leistungsschaltkreise Transistoren Silizium-Gleichrichter Display-Bauelemente Widerstandsnetzwerke
HYBRID-MIKROELEKTRONIK	Widerstände Leiter und Kontakte Versiegelungsschichten dielektrische Schichten	NiCr, CrSi Al, FeNi Cr ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ SiO ₂ , TiO ₂ , Ta ₂ O ₅	Hybrid-Schaltkreise mit Ist- und bandfähigen Kontakten, O/A-Wandler Sensoren
SOLARINDUSTRIE	Absorption, Funktionsschicht	TiO ₂ -Ag-TiO ₂ , Cd ₂ SnO ₄	Solarabsorber, Solarzellen
GLASINDUSTRIE	Reflexion selektive Infrarotreflexion	Al, Al-Ti, CuSn TiO ₂ -Cu-TiO ₂	Spiegel Architekturglas, wärmestrahlenreflektierende Folie
OPTISCHE INDUSTRIE	Reflexionsminderung	SiO ₂ , TiO ₂	optische Gläser,
WERKZEUGINDUSTRIE	Verschleißschutz Reibminderung	WC, TiN, Al ₂ O ₃ , TaC Ag, MoS ₂ , C	Werkzeuge, Bohrer Lager
FAHRZEUGINDUSTRIE	Wärmereflexion	TiN	Autoklappdach
VERPACKUNGS-INDUSTRIE	Dekoration	Al, Cr, Cr-Leg., Cu-Leg., TiN	Plast- und Metallteile

Tab. 1 Anwendung des Hochratezerstäubens

Anforderungen an Hochratezerstäubungsanlagen

Die qualitativ höchsten Anforderungen an Vakuumbeschichtungsverfahren werden in der Mikroelektronik und Elektronik gestellt.

Schichte aus reinen Metallen, hochschmelzenden Metallen, aus Metalllegierungen, partiell oxydierte Schichten und Oxidschichten, Silicidschichten sowie in zunehmendem Maß Mehrschichtsysteme sind auf die unterschiedlichsten Substrate aufzubringen.

Es sind sowohl integrierte Schaltkreise mit steigendem Integrationsgrad und damit kleiner werdender Strukturbreite als auch andere Halbleiterbauelemente bis hin zu Leistungselementen mit hoher Ausbeute und geringen Kosten zu beschichten.

Die Vakuumbeschichtung hat kontaminationsarm, d. h. unter hohen Anforderungen an die Restgasbedingungen in der Beschichtungskammer zu erfolgen. Die vielfältigen Beschichtungsaufgaben erfordern eine große Flexibilität hinsichtlich der Verfahrensparameter bei gleichzeitig hoher Reproduzierbarkeit, die Einbeziehung weiterer Prozessschritte, z. B. Vorbehandlungsverfahren, und einen hohen Automatisierungsgrad der Anlagen.

Für den Einsatz von Vakuumbeschichtungsanlagen in der Elektronik und anderen Industriezweigen haben Forderungen hinsichtlich der Produktivität der Anlagen und niedriger Kosten je Einheit beschichteter Fläche teilweise den Vorrang vor bestimmten Spitzenparametern der Schichten.

Die zu beschichtenden Substrate für unterschiedliche Bauelemente unterscheiden sich stark in Form und Abmessungen. Teilweise müssen strukturierte Schichten mit begrenzten Anforderungen an die Strukturgenauigkeit im Vakuumprozeß abgeschieden werden, um nachträgliche kostenintensive Strukturierungsverfahren zu vermeiden. Häufig ist das Aufbringen von Schichtsystemen mit Haltschichten oder speziellen Legierungen erforderlich, um ausreichende Haftfestigkeit auf bestimmten Substraten zu erreichen. Die Beschichtung temperaturempfindlicher Substrate verlangt angepaßte verfahrenstechnische Lösungen.

Hochrate-Zerstäubungs-System HZS-04

Die Vielzahl der Anforderungen an Hochratezerstäubungsanlagen läßt sich in ihrer Gesamtheit für die unterschiedlichen Einsatzgebiete nicht in einer Anlage ökonomisch erfüllen. Die Anlagen des Hochrate-Zerstäubungs-Systems HZS sind deshalb durch einen modularen Aufbau gekennzeichnet, der es erlaubt, angepaßte anlagentechnische Lösungen für verschiedene Einsatzgebiete zu realisieren.

Auf diese Weise waren die bekannten Anlagen HZS-02 u. HZS-03 entstanden. Als Neuheit in Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut Manfred von Ardenne entwickelt, umfaßt das Hochrate-Zerstäubungssystem HZS-04 hochproduktive Durchlaufputteranlagen. Hauptkennzeichen der Anlagen HZS-04 sind die duale Plasmatron-Anordnung und die Anordnung von bis zu 4 Plasmatronquellen in der Hauptbeschichtungskammer. Die duale Anordnung der Plasmatron-Sputterquellen ermöglicht die Zweiseitenbeschichtung mit hoher Produktivität aufgrund kürzester Transportwege der Substraträger (Paletten). Die Anordnung von zwei Plasmatron-Quellen ermöglicht die Abscheidung von Zweisechichtsystemen. Unter dualer Anordnung von Plasmatron-Sputterquellen wird eine Anordnung der Quellen mit einander zugewandten Targetoberflächen auf gegenüberliegenden Positionen der Beschichtungskammer verstanden.

Einsatzmöglichkeiten und Modifikationen

Die Durchlaufputteranlagen HZS-04 sind vorrangig geeignet für

- hochproduktive Zweiseitenbeschichtung
 - Zweiseitenbeschichtung von Bauelementen
 - Einseitenbeschichtung von gegeneinander angeordneten Substraten (Verdopplung der Produktivität)
- Aufstäuben von Zweisechichtsystemen
 - Zweiseitenbeschichtung
 - Einseitenbeschichtung

Die für diese Anwendungsfälle charakteristische Anlagenkonfiguration ist das Hochrate-Zerstäubungs-System HZSK-04 mit insgesamt 4 Plasmatronquellen in der Beschichtungskammer.

Weitere Einsatzmöglichkeiten auf der Basis des Systems HZSK-04 ergeben sich durch

- Einschränken der Konfiguration, z. B.
 - Zweiseitenbeschichtung mit einer Schicht
 - Einseitenbeschichtung mit zwei Schichten
 - Einseitenbeschichtung mit einer Schicht
 Bei den angeführten Einsatzmöglichkeiten der Einseitenbeschichtung kann die Beschichtung wahlweise von oben (einfache Substrathalterungen) oder von unten (erhöhte Sauberkeit) mit einer oder zwei Schichten erfolgen. Die Einschränkung der Konfiguration besteht dabei lediglich in der Verringerung der Anzahl der in der Anlage eingesetzten bzw. genutzten Plasmatron-Sputterquellen.
- Erweiterung der Konfiguration durch zusätzliche Baugruppen und Modifizierungen.

Hochrate-Zerstäubungs-System für Kondensatoren HZSK-04

Verwendungszweck

Die Anlage HZSK-04 ist eine hochproduktive Vakuumbeschichtungsanlage zur Zweiseitenbeschichtung mit Zweischichtsystemen durch Hochratezerstäuben mit dem Plasmatron. Die duale Anordnung von insgesamt 2 mal 2 Plasmatron-Sputterquellen erlaubt es, Substrate beidseitig mit einem Zweischichtsystem in einem Vakuumdurchlauf zu beschichten.

In der angeführten Konfiguration ist ein Haupteinsatzgebiet der Anlage HZSK-04 die Metallisierung von Kondensatorkeramik mit einem edelmetallfreien Zweischichtsystem. Durch Einschränkung bzw. Erweiterung der Konfiguration sind die Anlagen auch für die oben angeführten Beschichtungsaufgaben einzusetzen.

Beispiele hierfür sind im Forschungsinstitut Manfred von Ardenne, für den Produktionseinsatz auf HZSK-04 Anlagen realisierte Zerstäubungsverfahren mit zusätzlichen Prozeßanforderungen wie die reaktive Beschichtung von Indium-Zinn-Oxid (ITO) für die Herstellung von LCD-Anzeige-Elementen, die reaktive Beschichtung von Titanitrid auf Glas und die partiell reaktive Beschichtung von Dünnschicht-Chipwiderständen mit hohen Anforderungen an die Schichtdickengleichmäßigkeit, Parameterproduzierbarkeit und Produktivität.

Aufbau

Der Aufbau der Anlage HZSK-04 mit Vakuumsystem, Palettentransportsystem und Meßstellen ist schematisch in Bild 1 dargestellt.

EGS 1	Eingabeleitung 1	PA 1...5	Palettentransport 1...5	RP	Wälzkolbenpumpe	GVM	Grobvakuum-Meßgerät
MW 1	Meßwagen für 10 Palettenrahmen	PPS 1: 3	Plasmatron-Sputterquellen für erste Schicht	VP	Drehschieber	VVM	Vorrückum-Meßgerät (Piranä)
ESL 1	Eingabeschleuse	PPS 2: 4	Plasmatron-Sputterquellen für zweite Schicht	DP	Vakuumpumpe	HVM	Hochvakuum-Meßgerät (Piranä)
KV 1...3	Schleusenventil 1...3	EV	Edventil	A	Olidlumpumpen	IVM	Isoliertes Vakuum-Meßgerät
VKA 1	Vakuumkammer 1	DV	Durchgangsventil	TC	Olidlumpumpe	VS	Vakuum-Schalter
VKA 2	Vakuumkammer 2	DRV	Saugleistungsdrösel			VVS 2: 4: 5	Vorrückum-pumpensystem 2: 4: 5
ZS 1	Zwischenschicht	GV	Gasinlaßventil			HVS 1: 2	Hochvakuum-pumpensystem 1: 2
VKA 3	Vakuumkammer 3	BV	Belüftungsventil				
ASL 1	Ausgabeschleuse	GBV	Schutzgasinlaßventil				
AOS 1	Ausgabeleitung 1	SV	Sicherheitsventil				

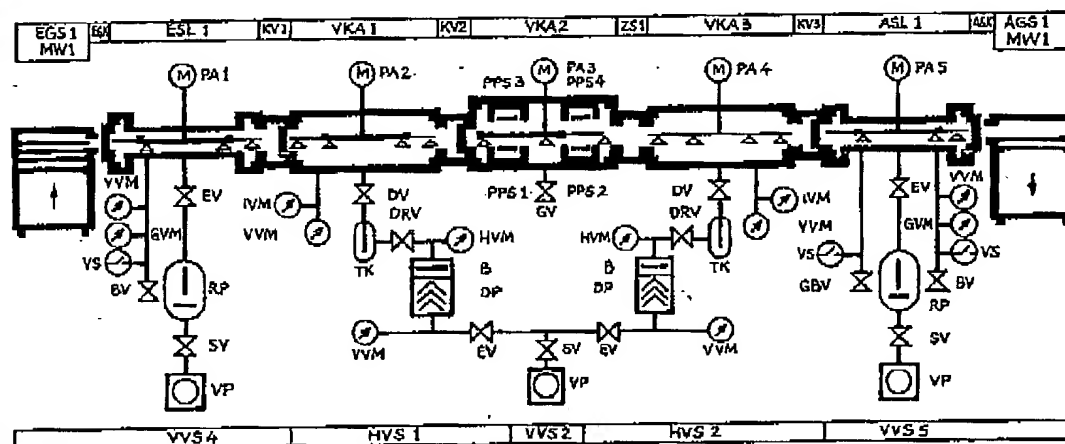


Bild 1
Schem. HZSK-04

Eingabeschleuse ESL 1

- Flachrezipient aus Edelstahl mit minimalem Volumen
- kurze Evakuierungs- und Belüftungszeiten
- elektromagnetisches Belüftungsventil mit Staubfilter
- pneumatisch betätigte Eingabeklappe
- Temperierung von Deckel und Boden durch Warmwasserkreislauf
- Kammerdeckel kippbar nach oben. Kammerboden absenkbar
- Anschlußflansch NW 63 für das Vorvakuumpumpensystem VVS 4

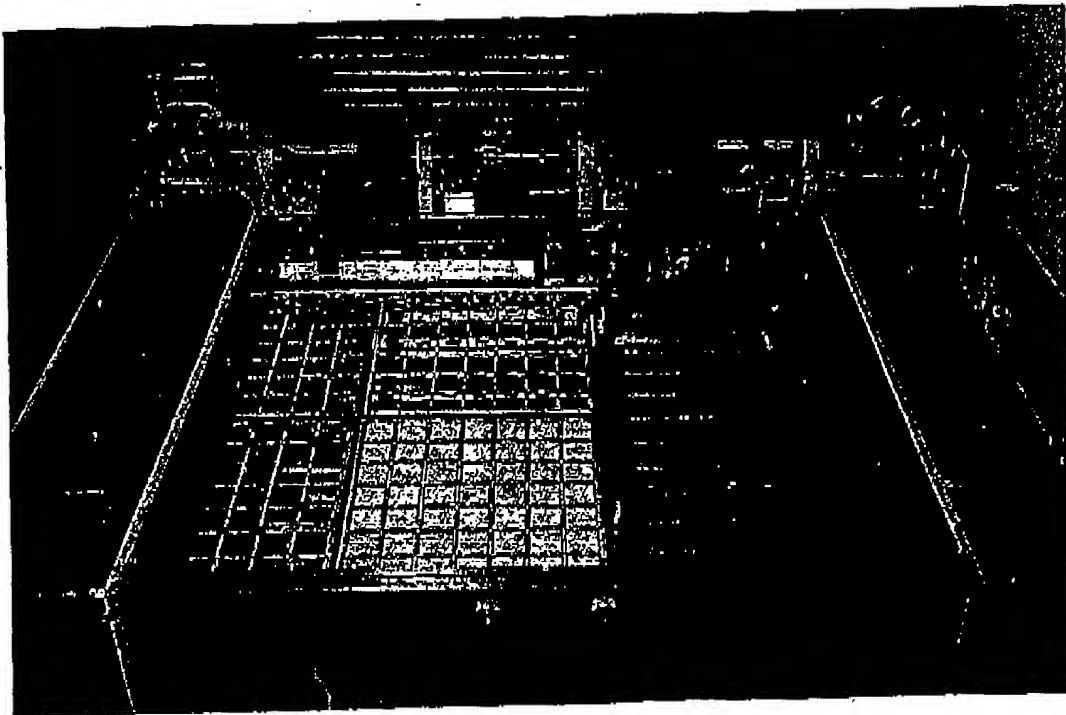
Vorvakuumpumpensystem VVS 4,5

- Drehschieber-Vakuumpumpe mit Saugvermögen $60 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
- Sicherheitsventil
- Wälzkolbenpumpe mit Saugvermögen $600 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$
- Lärmschutzhaube
- Edelstahlpumpleitung NW 63
- Verbindung mit Anlage durch elektromagnetisches Edventil

Schleusenventile KV 1, KV 2, KV, 3

- pneumatisch betätigte Hochvakuumventile
- rechteckige Ventilöffnung $600 \times 100 \text{ mm}^2$

Bild 2
Vakuumkammer VKA 1
(geöffnet, mit Polattenrahmen)



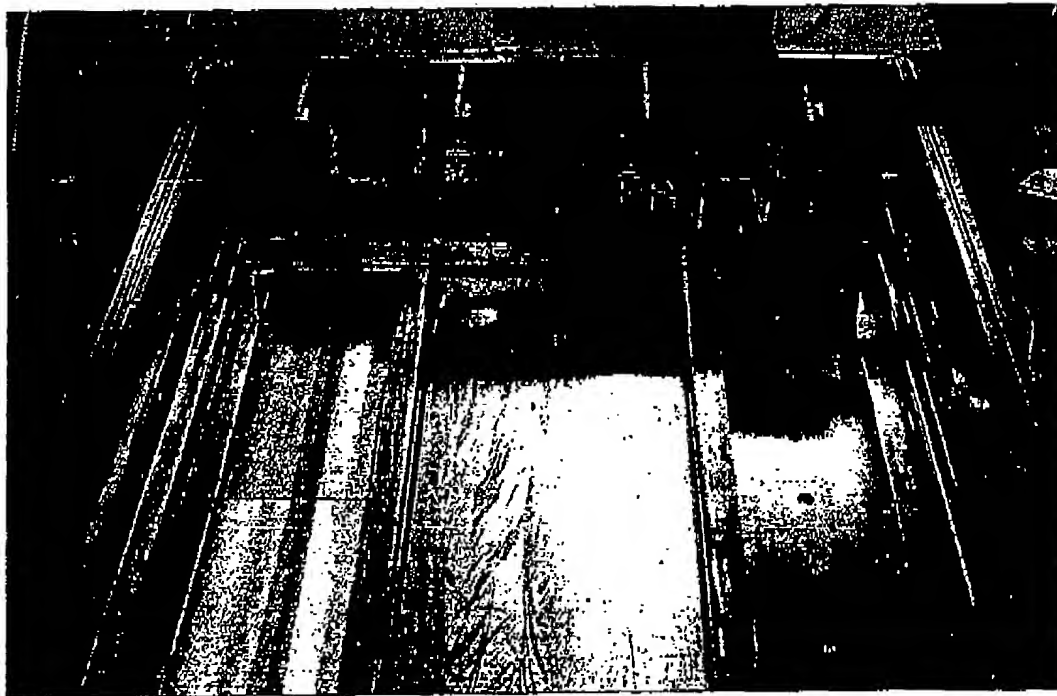
Vakuumkammer VKA 1 (Bild 2)

- Flachrezipient aus Edelstahl mit geringer innerer Oberfläche zur Sicherung eines stabilen niedrigen Restgasniveaus
- Kammerdeckel und -boden wassergekühlt
- Kammerdeckel kippbar nach oben, Kammerboden mit Vorrichtung absenkbar
- Flansch NW 250 zum Anschluß des Hochvakuumpumpensystems HVS 1

Hochvakuumpumpensysteme HVS 1 und HVS 2

- identischer Aufbau der Hochvakuumpumpensysteme HVS 1 und HVS 2
- Oildiffusionspumpe mit Saugvermögen $3\,000\text{ l/s}^{-1}$
- wassergekühlte Oildampfsperre zur Reduzierung der Diffusion von Treibmitteldämpfen in die Vakuumkammern
- Hochvakuummeßgerät
- Tiefkühlfalle für Flüssigstickstoff zur Reduzierung des Restgasdruckes in den Vakuumkammern
- Saugleistungs-drossel zur Einstellung des zum Sputtern erforderlichen Arbeitsdruckes (Saugvermögen der Tiefkühlfalle wird nicht gedrosselt)
- Verbindung mit Vakuumkammer durch pneumatisch betätigtes Durchgangsventil NW 250
- gemeinsamer Anschluß der Hochvakuumpumpensysteme HVS 1 und HVS 2 an das Vorvakuumpumpensystem VVS 2

Bild 3
 Vakuumkammer VKA 2
 (geöffnet, mit 2 Plasmatron-
 Sputterquellen
 und Abschirmblechen)



Vorvakuumpumpsystem VVS 2

- Drehschieber-Vakuumpumpe mit Saugvermögen $150 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$
- Sicherheitsventil
- Lärmschutzhaube
- Edelstahlpumpleitung NW 63
- Verbindung mit Hochvakuumpumpsystemen durch handbetätigte Edventile (Service)

Vakuumkammer VKA 2 Bild 3

- Beschichtungskammer mit geringer innerer Oberfläche ohne Anschlußflansch für Hochvakuumpumpsystem
- duale Anordnung von je zwei Plasmatron-Sputterquellen PPS-25R auf Kammerdeckel und Kammerboden ermöglicht
 - hohen Ausnutzungsgrad der zerstäubten Targetmaterials
 - kurze Taktzeiten
 - hohe Produktivität
- einfacher Targetwechsel im Serviceraum durch Montage von Kammerdeckel und -boden mit den Plasmatron-Sputterquellen auf Plasmatronwagen
- Kammerdeckel in Hubwagen zum Targetwechsel um 180° Grad schwenkbar (Bild 4)
- automatische Trennung der Elektroanschlüsse der Plasmatron-Sputterquellen beim Heben des Kammerdeckels bzw. Absenken des Kammerbodens
- vier Wasserkreisläufe zur Kühlung von Targets, Plasmaschirmen, Kammerdeckel und Kammerboden
- piezokeramisches Gaseinlaßventil für Arbeitsgas an der Kammerrückwand
- leicht wechselbare Abschirmbleche zum Schutz der Beschichtungskammer und des Palettentransportsystems gegen Streudampf

Vakuumkammer VKA 3

- Aufbau und technische Ausstattung wie Vakuumkammer VKA 1
- Flansch NW 250 zum Anschluß des Hochvakuumpumpsystems HVS 2

Druckregelsystem DRS

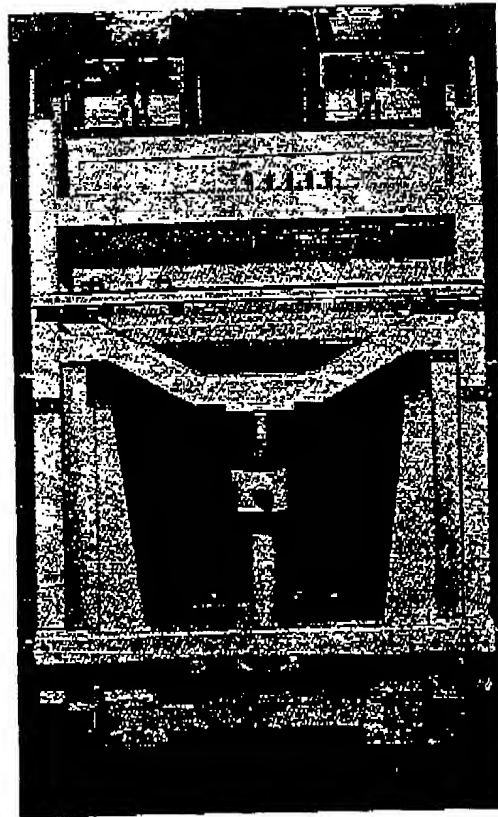
- BA-Meßröhre an Vakuumkammer VKA 1
- HP-Meßröhre an Vakuumkammer VKA 3
- piezokeramisches Gaseinlaßventil an Vakuumkammer VKA 2
- Ionisationsvakuummeßinstrument mit automatischer Meßbereichsumschaltung und digitaler Anzeige
- elektronischer Regler, der in Abhängigkeit von Istwert und gewähltem Sollwert des Arbeitsgasdruckes das Gaseinlaßventil stellt
- Messung des Startdruckes mit HP- und BA-Meßröhre

Ausgabeschleuse ASL 1

- Aufbau und technische Ausstattung wie Eingabeschleuse ESL 1
- zusätzliches Gaseinlaßventil ermöglicht Fluten mit Inertgas zum beschleunigten Abkühlen der Substrate
- Anschlußflansch NW 63 für das Vorvakuumpumpsystem VVS 5

Bild 4

Plasmatronwagen
(Deckel mit 2 Plasmatron-
Sputterquellen
 180° geschwenkt)



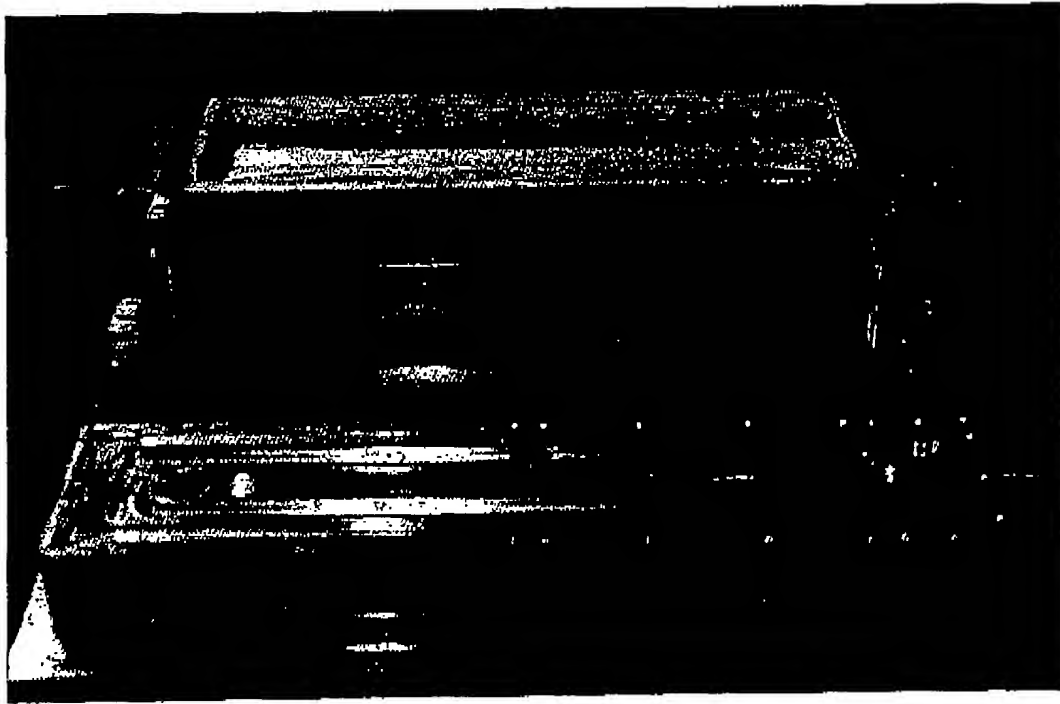
Palettenwechselsystem

- Eingabestation EGS 1
- Ausgabestation AGS 1
- 3 Magazinwagen zur Aufnahme von je 10 Palettenrahmen
- automatische Eingabe der Palettenrahmen aus Magazinwagen der Eingabestation in Eingabeschleuse
- automatische Ausgabe der Palettenrahmen aus Ausgabeschleuse in Magazinwagen der Ausgabestation
- ununterbrochener Anlagenbetrieb durch dritten Magazinwagen, der im Wechsel be- und entstückt wird

Palettentransportsystem

- motorisch getriebene Palettenantriebe PA 1 und PA 5 der Schleusen und PA 2, PA 3, PA 4 der Vakuumkammern
- Sensoren zur Lagebestimmung der Palettenrahmen in der Anlage
- Lineartransport der Palettenrahmen im Vor- und Rückwärtslauf
- Beschichtung im Einfachdurchlauf (single pass) oder Mehrfachdurchlauf (multiple pass) möglich
- Transportgeschwindigkeit 100 mm s^{-1}
- Antrieb der Palettenrahmen durch Edelstahl-Reibräder, die außerhalb der Vakuumkammer starr gekoppelt sind
- Reduzierung der Lockrate aller Drehdurchführungen durch Ausführung mit zwei Wellendichtringen, zwischen denen Vorvakuum gepumpt wird

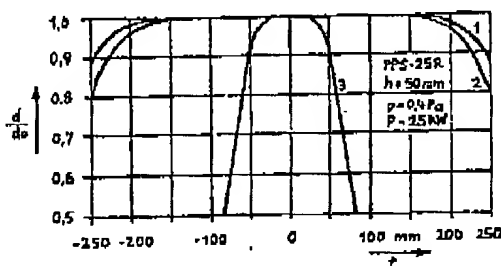
Bild 5
Plazmatron-Sputterquelle
PPS-25 R
(An vorderer Quelle Anode und Target demantiert)



Plasmatron-Sputterquelle PPS-25 R (Bild 5)

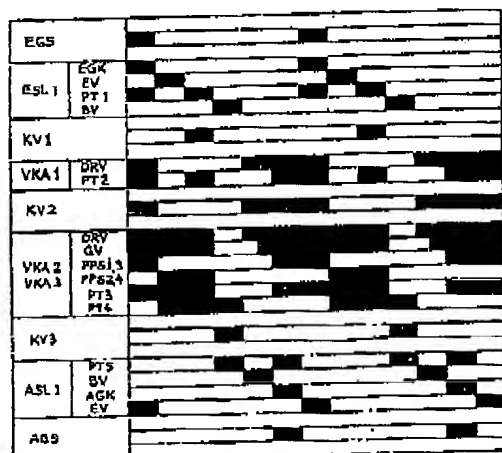
- Maximalleistung 25 kW, maximal anwendbare Leistung abhängig von Targetmaterial und Targetdicke
- Targetabmessungen 610 x 160 x 16 mm³ (Standard) geringere Targetdicke möglich
- indirekte Targetkühlung durch Kupferkühlkörper für kleine Leistungsdichten
- direkte Targetkühlung für größere Leistungsdichten
- wassergekühlter Plasmoschirm auf Massepotential wirkt als Anode der Gasentladung
- Erhöhung der Schichtdickengleichmäßigkeit durch geeignete Ausbildung des oberen Teils des Plasmoschirms als Aperturblende (Bild 6)

Bild 6
Schichtdickenverteilung
PPS-25 R



- 1 mit Blendenkorrektur, bewegt
2 ohne
3 stationär, quer zur Bewegungsrichtung

Bild 7
Beispiel für ein Taktchema
der wichtigsten Funktionselemente



10

Verfahren

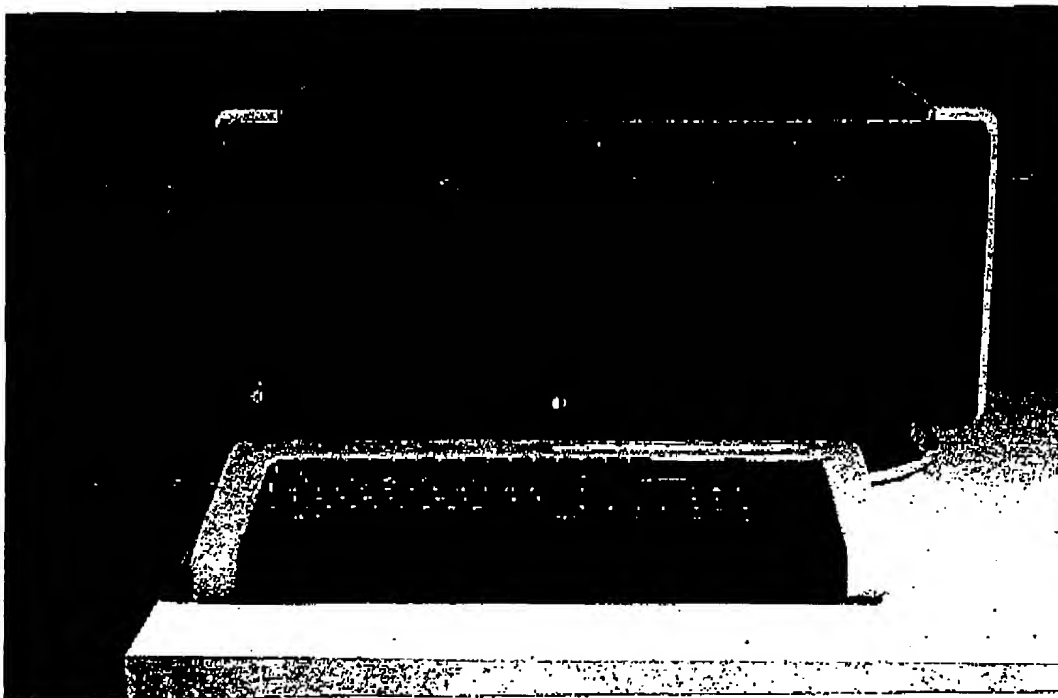
Die Erläuterung eines Verfahrens zur Zweiseitenbeschichtung mit einem Zweiseichtsystem auf der Anlage HZSK-04 erfolgt am Beispiel der Metallisierung von Kondensator-keramik mit dem edelmetallfreien Schichtsystem NiCr-Cu.

- Einlege des Palettenrahmens mit bestücktem Paletten-einsatz aus dem Magazinwagen durch die Eingabestation EGS 1 in die Eingabeschleuse ESL 1
- Schließen der Eingabeklappe EGK und Evakuieren mit dem Vorvakuumpumpsystem VVS 4
- Überführen des Palettenrahmens in die Vakuumkammer VKA 1
(Die Eingabeschleuse steht nach dem Belüften für die Einlage des nächsten Palettenrahmens bereit)
- Evakuieren der Vakuumkammer VKA 1 durch das Hochvakuumpumpsystem HVS 1
- Öffnen des Schleusenventils KV 2
- Drosseln der Hochvakuumpumpsysteme HVS 1 und 2 durch die Saugleistungs-drosseln DRV
- Einstellen des Arbeitsgasdruckes in den Vakuumkammern VKA 1...3 mit dem Drucksystem
- Einschalten der dual angeordneten Plasmatron-Sputter-quellen PPS 1 und PPS 3 für das Aufstäuben der ersten Schicht
- Palettentransport im Einfach- oder Mehrfachdurchlauf zum zweiseitigen Aufstäuben der ersten Schicht (NiCr)
- Ausschalten der Plasmatron-Sputterquellen und des Palettentransports
- Schließen des Schleusenventils KV 2
(Die Vakuumkammer VKA 1 steht nach einem Hochvakuumpumpzyklus zur Übernahme des nächsten Palettenrahmens bereit)
- Einschalten der dual angeordneten Plasmatron-Sputter-quellen PPS 2 und PPS 4 für das Aufstäuben der zweiten Schicht
- Palettentransport im Mehrfachdurchlauf zum zweiseitigen Aufstäuben der zweiten Schicht (Cu oder CuNi)
- Ausschalten der Plasmatron-Sputterquellen und des Palettentransportes
- Schließen des Gaseinlaßventils
- Überführen des Palettenrahmens in Ausgabeschleuse ASL 1 (Die Vakuumkammern VKA 2 und VKA 3 sind nach einem Hochvakuumpumpzyklus zum Beschichten der nächsten Palette bereit)
- Fluten der Ausgabeschleuse ASL 1 mit Stickstoff auf einen Zwischendruck zum beschleunigten Abkühlen der Substrate
- Belüften der Ausgabeschleuse ASL 1
- Ausgabe des Palettenrahmens in den Magazinwagen der Ausgabestation AGS
- Schließen der Ausgabeklappe AGK und Evakuieren mit dem Vorvakuumpumpsystem VVS 5
- Bereitschaft der Ausgabeschleuse ASL 1 zur Übernahme des nächsten Palettenrahmens.

Das angegebene Verfahren erfolgt, wie aus dem Takt-schema (Bild 7) ersichtlich ist, zeitlich verzahnt für mehrere Palettenrahmen. Die anlagenbedingte Taktzeit ergibt sich aus der größten Summe der Teilzeiten einzelner Funktionselemente innerhalb einer Anlagensektion, die für den Durchlauf eines Palettenrahmens bis zur Wiederherstellung des Ausgangszustandes erforderlich sind. Innerhalb der anlagenbedingten Taktzeit ist es in vielen Fällen möglich, einfache Beschichtungstechnologien für hohe Produktivitäten zu entwickeln.

Bei erhöhten Anforderungen an die Beschichtungsparameter wird die Taktzeit durch einzelne Verfahrensschritte bestimmt, die speziellen technologischen Erfordernissen Rechnung tragen. Diese Taktzeit überschreitet die anlagenbedingte Taktzeit und wird als technologisch bedingte Taktzeit bezeichnet.

Bild 6
Göracomputer A 5120



Steuerung und Bedienung

Die Steuerung der Anlage erfolgt durch einen Anlagenrechner K 1520, dem als Bedienterminal ein Bürocomputer A 5120 angeschlossen ist (Bild 8).

Die entscheidenden Prozeßgrößen, wie Leistung der einzelnen Plasmotron-Sputterquellen, Startdruck in den Hochvakuumkammern und Druck des Arbeitsgases in der Beschichtungskammer, werden durch den Anlagenrechner vorgegeben und überwacht.

Durch den Einsatz des Bürocomputers A 5120 zur Anlagenbedienung ergeben sich eine Reihe von Vorteilen für den Anwender:

- hohe Verfahrensflexibilität durch Einsatz von Minifolien-speichern für Anwenderprogramme
- unterschiedliche Anwenderprogramme durch einfache Bedienoperationen aufrufbar

- direkte Eingabemöglichkeit für die wichtigsten Beschichtungsparameter
- dialogorientierte Bedienung der Anlage mittels Tastatur und Bildschirm des Bedienterminals (Bürocomputer A 5120)
- Möglichkeit der softwaregestützten Betätigung eines oder mehrerer Anlagenstellglieder
- problemorientierte Anlagenbedienung für Produktionsbetrieb
Verfahrensentwicklung
Service.

In der Betriebsart „Handsteuerung“ besteht die Möglichkeit des direkten Zugriffs auf die Hardware der wichtigsten Anlagenstellglieder. Eine dafür vorgesehene Tastatur befindet sich neben dem Schaubild SB 1 (Bild 9), das die wichtigsten Anlagenzustände signalisiert.

Bild 9 Schaubild SB 1 (VKA 1)

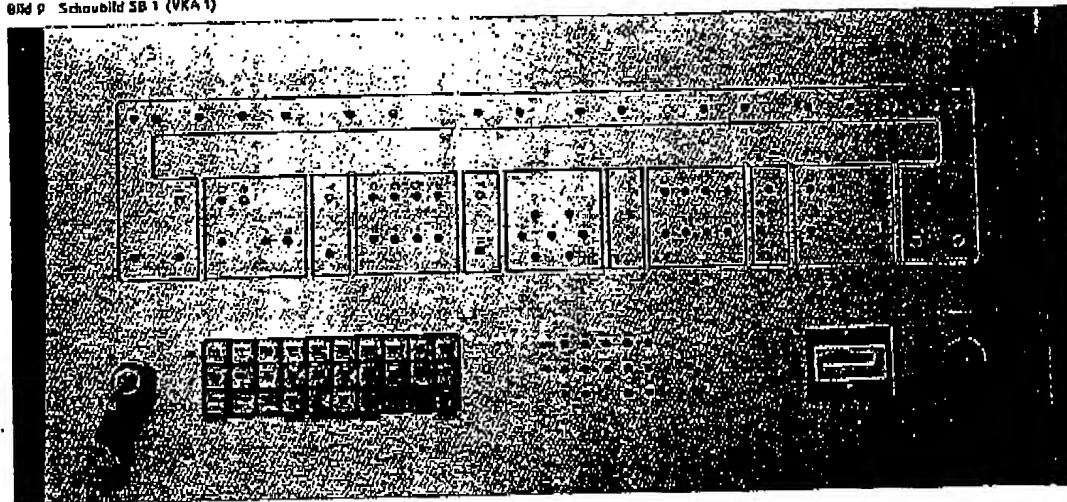


Bild 10 Schaubild SB 2 (VKA 2)

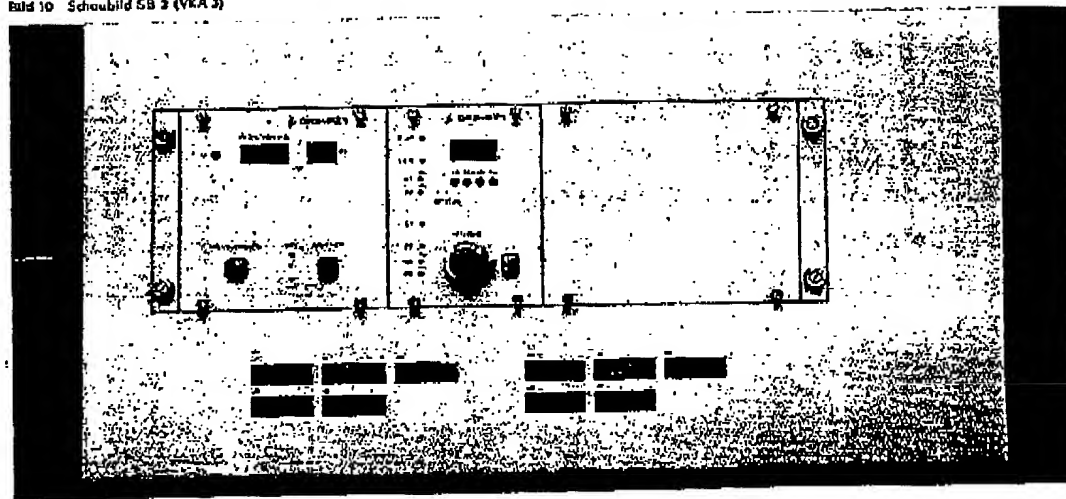


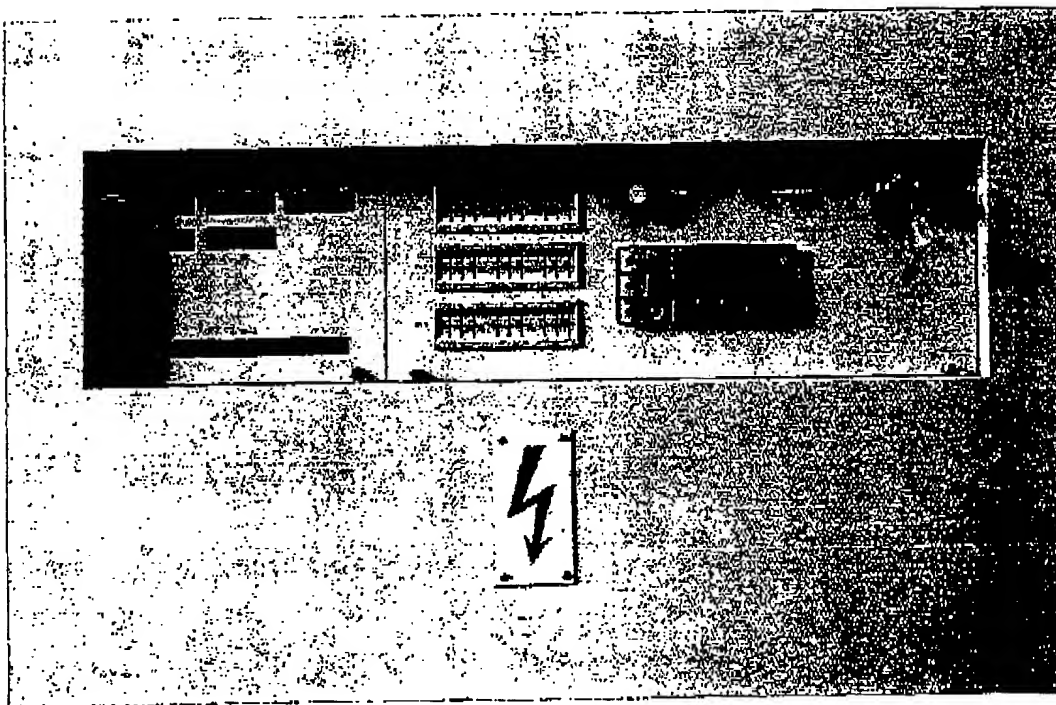
Schaubild 58 2 (Bild 10) auf dem Deckel der Vakuumkammer VKA 3 enthält Anzeigen und Bedienelemente des Drucksystems sowie die Anzeigen von Spannung, Strom und Leistung der Plasmatron-Sputterquellen.

Zwei Plasmatron-Stromversorgungen PSV 25 (Schronk 4 und 5) für eine Maximalleistung von 25 kW sind den Plasmatron-Sputterquellen in Deckel und Boden der Beschichtungskammer zugeordnet (Bild 11).

Kennzeichen der Plasmatron-Stromversorgung PSV 25:

- Leistungsregelung
- umschaltbare Spannungsbereiche
- Kurzschlußfestigkeit
- elektronische Bogenfortschaltung
- Anschlußmöglichkeit für maximal drei Plasmatron-Sputterquellen
- Einsputterautomatik
- Energiezähler
- Interface für externe Steuerung durch Anlagenrechner
- digitale Sollwertvorgabe für Leistung der Plasmatron-Sputterquellen
- Handbedienfeld für alle Funktionen der Stromversorgung
- Digitalanzeige von Spannung, Strom, Leistung der Plasmatron-Stromversorgung
- Spannung, Strom der Zusatz-Stromversorgung
- Funkentstörung

Bild 11
Bedienfeld Plasmatron-
Stromversorgung PSV 25



Steuerschrank 1 enthält übersichtlich angeordnet Vakuummeßgeräte und -schalteinheiten, den Anlagenrechner und die Anlagensteuerung (Bild 12).

Im Schaltschrank 3 unter der Vakuumkammer VKA 3 sind die Netzteile für die Flüssigstickstoffnachfüleinrichtungen, Leistungsschalteinheiten und die Steuerung des Palettenwechselsystems untergebracht.

Der kompakt aufgebaute und gut zugängliche Pneumatiksteuerungsmodul enthält die Druckluftaufbereitungseinheit und elektropneumatische Steuereinheiten.

Die servicegerecht ausgeführte Kühlanlage mit Anschlüssen für Kalt- und Warmwasser umfaßt zwei Thermostaten U 160 zur Temperierung der Ein- und Ausgabeschleuse, auf einem Gestell angeordnete Handabsperventile, Durchlaufmengemesser zur Sichtkontrolle und zur manuellen Einstellung minimaler Durchflußmengen in den einzelnen Kühlwasserkreisen sowie Wasserströmungswächter.

Bild 12
Steuerschrank 1



Technische Daten

Flächenbedarf (Gesamtanlage, Vorvakuumpumpsysteme, Schaltschränke)	9,0 x 6,2 m ²
Abmessungen Anlage mit Palettenwechselsystem	
Länge	8 000 mm
Tiefe	5 200 mm
Höhe	2 200 mm
Stromversorgungs- und Schaltschränke	
Schrank 1, 4, 5 (B x T x H)	800 x 800 x 2170 mm ³
Vorvakuumpumpsysteme mit Lärmschutzhaube	
VVS 2, VVS 4, 5 (B x T x H) je	1020 x 1435 x 1160 mm ³
Kühlanlage (B x T x H)	1800 x 400 x 875 mm ³
Gesamtmasse	6 100 kg
Mindest-Bodenbelastbarkeit Vakuummkammern	1 000 kp m ⁻²
Schaltschränke	750 kp m ⁻²
Medien	
- Kühlwasser	
Druck	
Eingangstemperatur	(15 \pm 10 / -5) °C
Bedarf	3,0 m ³ h ⁻¹
Anschluß	1 1/2"
- Warmwasser	
Druck	0,15 MPa ... 0,5 MPa
Temperatur	(40 ... 60) °C
Anschluß	3/4"
- Elektroversorgung	
3N SL 50 Hz 380/220 V \pm 5%	
Anschlußwert	max. 100 A
Leistungsaufnahme	max. 90 kVA unsym.
- Arbeitsgase	
Argon Druck	max. 10 kPa
Bedarf	10 l h ⁻¹
Anschluß	NW 4
Flüssig- stickstoff Bedarf	6 l h ⁻¹
Druckluft Druck	(0,6 \pm 0,05) MPa
Anschluß	1 1/2"
Gasförmiger Stickstoff Bedarf	2 m ³ h ⁻¹
Anschluß	NW 7
Klimaforderungen	
Einsatzklasse nach TGL 9200, Bl. 3:	
+15/+35/+35/80//1101	
TGL 9200/03	
Schutzgrad IP 20	

Produktivität

Die Produktivität ist
verfahrensabhängig.
Verfügbarkeit der Anlage $V_D \geq 85\%$

Beispiele:

1. Keramikscheiben \varnothing 8 mm, Zweischichtsystem	
Taktzeit	4,0 Minuten
Produktivität	2 682 Stck. pro Palette
2. Keramikflächenfolien- kondensatoren	
Zweischichtsystem	
Taktzeit	4,75 Minuten
Produktivität	196 Stck. pro Palette
Palettentransportgeschwindigkeit	100 mm s ⁻¹
Enddruck der Vakuummkammern VKA 1 ... 3	
(Kühlung mit Flüssigstickstoff)	$p \leq 4 \cdot 10^{-4}$ Pa
Plasmatron-Sputterquellen PPS-25 R	
Maximalleistung	25 kW
Targetmaterial 1. Schicht	NiCr 80/20
2. Schicht	E-Cu; CuNi
Schichtdickengleichmäßigkeit auf Palette 480 x 480 mm ²	$\leq \pm 15\%$
Plasmatron-Stromversorgung PSV 25	
Leistung	25 kW
Katodenspannungen	0 ... -470/-520/-635/
Katodenstrom	0 ... 60 A

Änderungen im Interesse des technischen Fortschritts
vorbehalten.



Forschungsinstitut
Manfred von Ardenne Dresden
Zeppelinstraße 7
Dresden
8051



VEB ELEKTROMAT DRESDEN

Betrieb des Kombirates

VEB Carl Zeiss JENA

Carl-Zeiss-Str. 1

Jena

DDR - 6900

